



ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

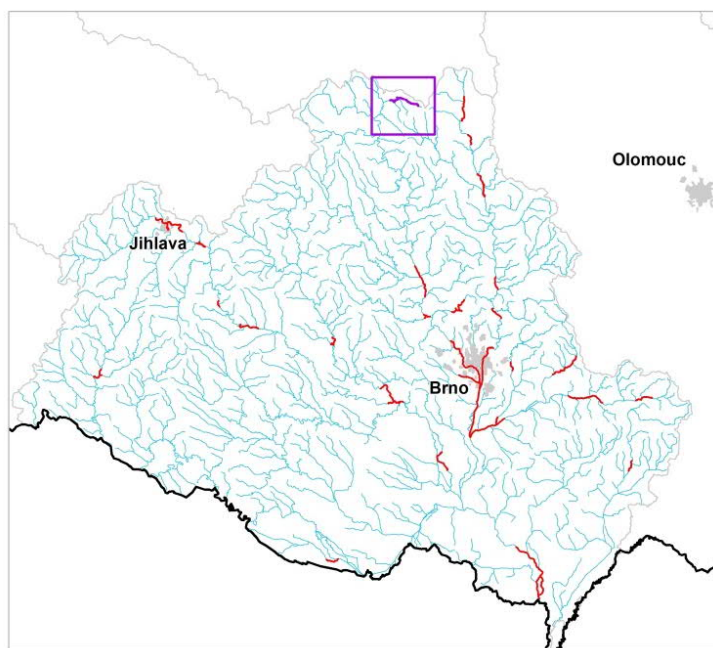
DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

BÍLÝ POTOK – 10100452_1 (DYJ_05-01) - Ř. KM 7,686– 15,195

PŘÍTOK OD CIHELNY – 10188068_1 (DYJ_05-02) - Ř. KM 0,000– 0,356

JANSKÝ POTOK – 10284305_1 (DYJ_05-03) - Ř. KM 0,000– 0,435



ZÁŘÍ 2019



ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

BÍLÝ POTOK – 10100452_1 (DYJ_05-01) - Ř. KM 7,686– 15,195

PŘÍTOK OD CIHELNY – 10188068_1 (DYJ_05-02) - Ř. KM 0,000– 0,356

JANSKÝ POTOK – 10284305_1 (DYJ_05-03) - Ř. KM 0,000– 0,435

Pořizovatel:



Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 932/11
602 00 Brno

Zhotovitel:



AQUATIS, a.s.
Botanická 834/56
602 00 Brno

Zpracovatel posudku:



Výzkumný ústav vodohospodářský
T. G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16
612 00 Brno

V BRNĚ, ZÁŘÍ 2019

Obsah:

1	Základní údaje	5
1.1	Seznam zkratk a symbolů	5
1.2	Cíle prací	5
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	6
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje	7
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů	12
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	12
3.2	Související předpisy	12
3.3	Topologická data	13
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu	13
3.3.2	Mapové podklady	13
3.3.3	Geodetické podklady	13
3.4	Hydrologická data	13
3.5	Místní šetření	14
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	15
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	15
4	Popis koncepčního modelu	16
4.1	Schematizace řešeného problému	17
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	20
4.3	Způsob zadávání OP a PP	20
5	Popis numerického modelu	24
5.1	Použité programové vybavení	24
5.2	Vstupní data numerického modelu	24
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	24
5.2.2	Drsnosti koryta a inundačních území	26
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	27
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	30
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	30
5.3	Popis kalibrace modelu	30
6	Výsledky	31
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	31
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	31
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	31
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	32
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	32

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	32
-----	---	----

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratk a symbolů

V Tab. č. 1 je uveden seznam všech zkratk a symbolů používaných při zpracování hydrodynamických modelů a map povodňového nebezpečí.

Tab. č. 1 Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D	jednorozměrný
1D+	jednorozměrný síťový
2D	dvourozměrný
3D	trojrozměrný
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	číslo hydrologického pořadí
ČSN	česká technická norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMR 5G	digitální model reliéfu páté generace
DMT	digitální model terénu
DOP	dolní okrajová podmínka
HOP	horní okrajová podmínka
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
CHOPAV	Chráněná oblast přirozené akumulace vod
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OP	okrajová podmínka
PP	počáteční podmínka
PVPR	předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem
RZM 10	rastrová základní mapa 1 : 10 000
SOP	studie odtokových poměrů
TPE	Technicko provozní evidence
TNV	odvětvová technická norma
ZABAGED	základní báze geografických dat České republiky
ZÚ	záplavová území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí pro úsek na vodním toku Bílý potok – 10100452_1 (DYJ_05-01) – ř. km 7,686– 15,195, přítok od Cihelny – 10188068_1 (DYJ_05-02) – ř. km 0,000 – 0,356 a Janský potok – 10284305_1 (DYJ_05-03) ř. km 0,000 – 0,435 na základě stanovení následujících charakteristik průběhu povodně:

- hranice rozlivů,
- hloubky vody v záplavovém území,
- rychlosti proudění vody v záplavovém území.

Uvedené charakteristiky povodně budou stanoveny na základě výstupů z hydrodynamických modelů a zpracovány do podoby map povodňového nebezpečí.

Kroky nezbytné k dosažení cíle byly:

- zajištění vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.);
- sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a příslušné simulace;
- zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

V následující tabulce (Tab. č. 2) je uvedeno porovnání rozsahu řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu.

Tab. č. 2 Porovnání rozsahu řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu

Ozn. v 1. plán. cyklu	Ozn. v 2. plán. cyklu	Tok	Délka úseku [km]	Změny oproti 1. plánovacímu cyklu
PM_23	DYJ_05-01	Bílý potok	7,509	úsek zkrácen pod Poličkou a prodloužen nad Pomezský rybník
PM_25	DYJ_05-02	přítok od Cihelny	0,356	změna hydrologie
PM_24	DYJ_05-03	Janský potok	0,435	beze změn

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování a metoda řešení byly:

- Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením.
- Příprava podkladů pro případné geodetické zaměření a jeho zadání.
- Aktualizace nebo sestavení hydrodynamického modelu.
- Hydraulické výpočty proudění v toku včetně objektů a inundačního území. Výpočty se provádí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .
- Výsledky výpočtů jsou následně prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí.

Výchozím podkladem pro tvorbu map povodňového nebezpečí a následnou rizikovou analýzu jsou hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavového území zpracované na Povodí Moravy, s.p. [6], [7] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöyry Environment a.s. v r. 2013 [17].

2 Popis zájmového území

Zájmové území v této práci je rozděleno na několik dílčích úseků v závislosti na řešených tocích a rozsahu řešení. V rámci stanovení map povodňového nebezpečí budou pro tyto úseky sestaveny zcela nové hydrodynamické modely. Soupis úseků a provedených prací:

- DYJ_05-01 Bílý potok:
 - o celý úsek - celý nový model.
- DYJ_05-02 přítok od Cihelny:
 - o celý úsek – celý nový model.
- DYJ_05-03 Janský potok:
 - o celý úsek – celý nový model.

Ve všech následujících kapitolách 2-6 jsou uvedeny podkapitoly sestavené na základě dělení výše.

Předmětem řešeného území je úsek na toku Bílý potok v km 7,686 – 15,195, Janský potok v km 0,000 – 0,435 a na přítoku od Cihelny v km 0,000 – 0,356 * (Obr. č. 1).

Tab. č. 3 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100452_1	DYJ_05-01	Bílý potok	7,686 – 15,195	4-15-01-010 4-15-01-014
10188068_1	DYJ_05-02	Přítok od Cihelny	0,000 – 0,356	-
10284305_1	DYJ_05-03	Janský potok	0,000 – 0,435	4-15-01-013

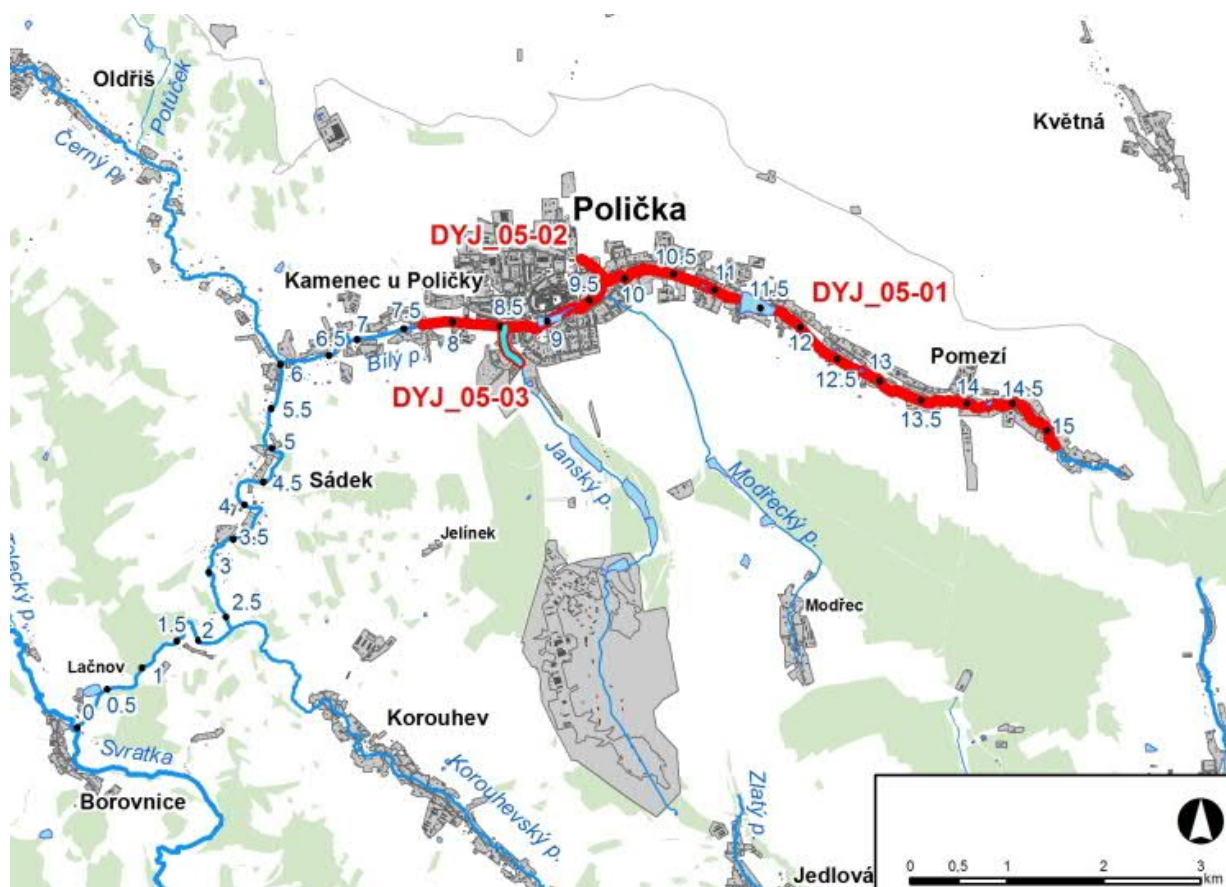
*) Komentář k používané kilometrāži toku

Kilometrāž Bílého potoka, Janského potoka a přítoku od Cihelny, používanā při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, vychāzí z geodetického zaměření koryta, které provedlo Povodí Moravy, s.p. útvar geodézie v roce 2005 a které bylo používāno ve studii [6].

Objekty mají tzv. administrativní kilometrāž dle Technicko-provozní evidence toku (TPE) [10,11], tato slouží jako neměnný identifikātor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

Vodní díla: Na Bílém potoce jsou v zájmovém území vybudovány dva rybníky – Synský rybník v km 8,930 (TPE 8,700) v obci Polička a Pomezský rybník v km 11,290. Dále jsou na kraji obce vybudovány dva poldry na Bílém potoce a to v km 12,545 a 13,225. Na Janském potoce je cca 1 km nad řešeným úsekem vybudována řada rybníků, podobně jako na Modřeckém potoce (LB přítoku Bílého potoka).

Přítoky Bílého potoka: přítok od Cihelny, Modřecký potok a Janský potok.
Janský potok a přítok od Cihelny nemají žádné významné přítoky.



Obr. č. 1 Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem

2.1 Všeobecné údaje

Bílý potok

Řešený úsek Bílého potoka spadá do povodí Svratky, do oblasti CHOPAV Východočeskā křída (Obr. č. 2). Délka toku od ústí do Svratky po pramen je cca 15,8 km. Bílý potok má od zaústění po km 8,000 bystřinný charakter.

Nadmořská výška pramenné oblasti Bílého potoka nad obcí Pomezí je 660 m n. m. Celková plocha povodí činí 100,75 km². Průměrné roční srážky v povodí Bílého potoka jsou 718 mm. Zájmové území náleží do Pardubického kraje do působnosti města Polička.

Úsek 10100452_1 (DYJ_05-01), Bílý potok

V řešeném úseku protéká Bílý potok k. ú. Kamenec u Poličky, Polička a Pomezí. Úsek začíná (po proudně) pod hospodářským mostem v obci Pomezí v km 15,195, dále tok protéká intravilánem s velkým množstvím budov v těsné blízkosti koryta a končí na kraji obce Kamenec u Poličky pod hospodářským mostem v km 7,686 (TPE 7,630). Tok je morfologicky upraven do tvaru jednoduchého lichoběžníku a z velké části napřímen. V zájmovém území je 32 mostů, 15 lávek, 2 rybníky a 2 poldry. Úsek Bílého potoka v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Janský potok je levobřežním přítokem Bílého potoka, do kterého ústí v km 8,544 (dle TPE 8,200).

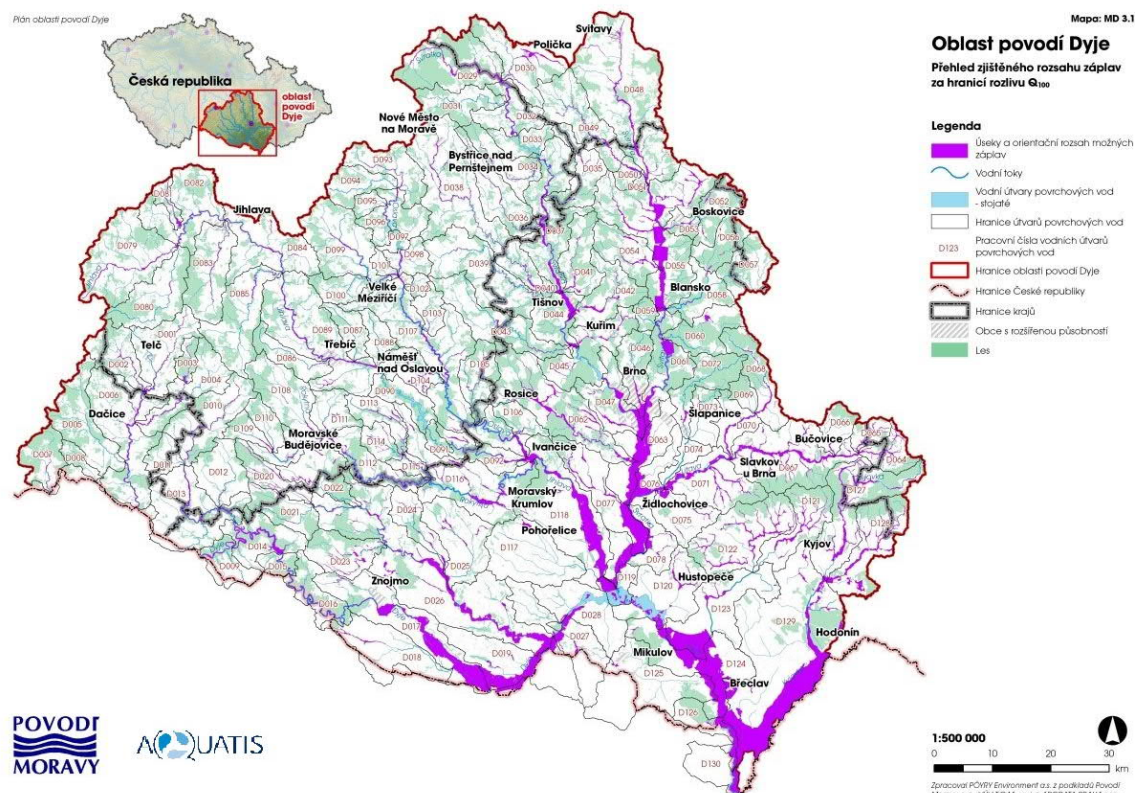
Úsek 10284305_1 (DYJ_05-03), Janský potok

V řešeném úseku protéká Janský potok k. ú. Polička. Úsek začíná v prostoru garáží nad mostem ul. Zákrejsova a končí zaústěním do Bílého potoka. Koryto je neupravované, zarostlé bohatou vegetací. V zájmovém území jsou 2 mosty a 1 lávka. Úsek Janského potoka v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p. Úsek byl oproti předběžnému vymezení prodloužen o cca 100 m proti proudu tak, aby rozlivy pokrývaly garáže na LB.

Přítok od Cihelny je pravobřežním přítokem Bílého potoka, do kterého ústí v km 9,765 (dle TPE 9,480).

Úsek 10188068_1 (DYJ_05-02), přítok od Cihelny

V řešeném úseku protéká přítok od Cihelny k. ú. Polička. Tok je v těsné blízkosti komunikace ulice Anny Lidmilové. Charakter koryta se blíží spíše příkopu. V zájmovém území jsou 3 propustky.



Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Dyje dle [12]

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Z novodobých povodní lze zmínit povodeň z přelomu března a dubna 2006.

Z historických povodní byly zaznamenány povodně ze srpna 1938 (nadměrné srážky mezi 21. a 26. srpnem – Pílička – letiště 136,8 mm, Pílička 130,1 mm – byly příčinou vzniku první povodňové vlny) [16].

Průběhy dalších novodobých či historických povodní nejsou v dostupných podkladech zaznamenány ani nijak jinak zmíněny.



Obr. č. 3 Povodeň 2006 – Pílička



Obr. č. 4 Povodeň 2006 – Pílička



Obr. č. 5 Povodeň 2006 – Polička



Obr. č. 6 Povodeň 2006 – Polička



Obr. č. 7 Povodeň 2006 – Kamenec u Poličky



Obr. č. 8 Povodeň 2006 – Kamenec u Poličky



Obr. č. 9 Povodeň 2006 – Kamenec u Poličky



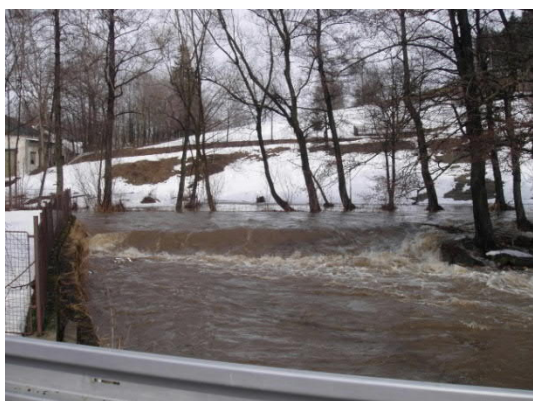
Obr. č. 10 Povodeň 2006 – Kamenec u Poličky



Obr. č. 11 Povodeň 2006 – Kamenec u Poličky



Obr. č. 12 Povodeň 2006 – Kamenec u Poličky



Obr. č. 13 Povodeň 2006 – Sádek



Obr. č. 14 Povodeň 2006 – Sádek



Obr. č. 15 Povodeň 2006 – Sádek



Obr. č. 16 Povodeň 2006 – Sádek

3 Přehled podkladů

3.1 Soupis zpráv a dokumentů

- [1] Digitální model reliéfu zájmové oblasti. DMR 5G. ČÚZK, Praha, 2018.
- [2] Rastrová základní mapa 1:10 000 (RZM 10. ČÚZK, mapové listy č.: 10980612, 10980614, 10980616, 10980618, 10980620, 1100612, 1100614, 1100616, 1100618, 1100620, 11020612, 11020614, 11020616, 11020618, 11020620. Praha, 2017.
- [3] Ortofotomapy zájmového území. ČÚZK, Praha, 2018.
- [4] Základní báze geografických dat ZABAGED – polohopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [5] Základní báze geografických dat ZABAGED – výškopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [6] Studie záplavového území Bílého potoka, km 0,000 – 15,100, zpracovalo Povodí Moravy, s.p., útvar geodézie, 05/2008.
- [7] Studie odtokových poměrů města Poličky – záplavové území, zaměření Janského potoka a přítoku od Cihelny, zpracovatel Povodí Moravy s.p., útvar hydroinformatiky, 10/2003.
- [8] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 12/2018.
- [9] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu září 2012. Pöry Environment a.s., Brno.
- [10] Technicko provozní evidence toků – TPE Bílý potok, Povodí Moravy s.p.
- [11] Technicko provozní evidence toků – TPE Janský potok, Povodí Moravy s.p.
- [12] Plán dílčího povodí Dyje, AQUATIS a.s., 2016.
- [13] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [14] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, leden 2019.
- [15] Koncepce protipovodňové ochrany Pardubického kraje, Hydroprojekt CZ a.s., 11/2006.
- [16] Povodeň v srpnu a září 1938.
- [17] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöry Environment a.s., Brno, 2013.
- [18] HEC-RAS 5.0 River Analysis System – User's Manual, US Army Corps of Engineers, 02/2016.
- [19] Numerický 1D+ model Bílého potoka včetně Janského potoka a přítoku od Cihelny v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2008.
- [20] Manipulační a provozní řád rybníka Limberský, zpracoval Ing. Miroslav Skryja, 02/2010.
- [21] Fotodokumentace, Pöry Environment a.s., Brno, 2012.
- [22] Fotodokumentace, AQUATIS a.s., Brno, březen 2019.
- [23] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu března 2019. AQUATIS a.s., Brno

3.2 Související předpisy

- [I] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [II] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [III] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [IV] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [V] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [VI] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [VII] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [VIII] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [IX] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [X] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [XI] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [XII] Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [XIII] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [XIV] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012.

- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011.
- [XVI] Předběžné vyhodnocení povodňových rizik v České republice 2011. Implementace směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (verze 5.0). Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 16. 3. 2012). Praha. 12/2011.
- [XVII] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., aktualizace 18. 8. 2019.
- [XVIII] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 07/2019.
- [XIX] Standardizovaná struktura uložení dat, CDS2, 09/2019.

U uvedených zákonů, nařízení a vyhlášek se předpokládá jejich platné znění.

3.3 Topologická data

Topologická data jsou základním zdrojem, který je potřebný pro sestavení hydrodynamického modelu. Pomocí nich je možné popsat řešené území, sestavit digitální model terénu a vytvořit vhodnou schematizaci modelu. Jednotlivé topologické podklady jsou popsány v následujících kapitolách.

3.3.1 Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5 (nastavba 3D Analyst), AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území v rozsahu předpokládaného rozlivu Q_{500} s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z digitálního modelu reliéfu páté generace (DMR 5G) [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta [6] a [7]. DMT má tyto vlastnosti: formát ESRI GRID, velikost pixelu 1 m, přesnost výškových údajů do 0,5 m, polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání. Některé profily z geodetického zaměření obsahovaly jak koryto vodního toku, tak část inundace. K vytvoření DMT koryta bylo využito pouze části koryta pod přibližnou úroveň hladiny Q_1 až Q_5 . Každý příčný profil byl hodnocen samostatně. Interpolace příčných profilů byla provedena s rozvahou a využitím informací z podélného profilu. Osa toku byla před vytvořením DMT zkontrolována a případně upravena dle aktuálních RZM a ortofotomap.

3.3.2 Mapové podklady

Mapové podklady byly:

- Rastrová základní mapa 1 : 10 000 (RZM 10), z vektorového topografického modelu ZABAGED, ČÚZK, 2017, Měřítko 1 : 10 000, velikost pixelu 0,63 m.
- Ortofotomapy, formát JPG, velikost pixelu 0,25 m, ČÚZK, 2018.
- ZABAGED, komplexní digitální geografický model území ČR, formát SHP, ČÚZK, 2017.

3.3.3 Geodetické podklady

Geodetické podklady tvoří zaměřené příčné a podélné profily vodního toku Bílý potok, Janský potok a přítoku od Cihelny, které byly převzaty z dokumentací [6] a [7]. To bylo umožněno z důvodu neměnnosti tvaru koryt vodních toků. Příčné profily koryta jsou cca po 100 m a v místech změny příčného profilu koryta, dále jsou k dispozici zaměření technických objektů na toku (mosty, jezy...). Zaměření koryta zpracovalo Povodí Moravy s.p., polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele.

3.4 Hydrologická data

V Tab. č. 4 jsou uvedena hydrologická data. Data byla ověřena u ČHMÚ a hodnoty nedoznaly významných změn, kromě přítoku od Cihelny, kde byly hodnoty nižších průtoků sníženy až o polovinu a vyšší hodnoty sníženy o 20 – 30 %.

Tab. č. 4 Aktuální N-leté průtoky (Q_N) v $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ [8]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Bílý potok nad Pomezským rybníkem	12.12.2018	11,8	9,2	15,6	25	36,9	III.
Bílý potok – nad Černým potokem	12.12.2018	6,1	16,9	26,5	40,3	57	III.
Janský potok – ústí	12.12.2018	0,0	3,1	7,2	16	31	III.
přítok od Cihelny - ústí	12.12.2018	0,0	1,2	3,1	8	18	III.

Tab. č. 5 Hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ pořízené v r. 2013 (1. plánovací cyklus) [17]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Bílý potok – nad Černým potokem	2013	6,1	16,9	26,5	40,3	57	III.
Bílý potok – pod Černým potokem	2013	5,8	21,7	35,5	56	81,7	III.
Janský potok – ústí	2013	0,0	3,1	7,2	16	31	III.
přítok od Cihelny - ústí	2013	0,0	2,3	5,2	11	23*	III.

*) Poznámka: Hodnota průtoků nebyla dodána ČHMÚ a byla získána extrapolací.

Starší hydrologická data dle [13] jsou uvedena v Tab. č. 6. Oproti [13] došlo na Bílém potoce k nepatrné změně u Q_{100} . U Q_5 došlo k výraznějšímu snížení o více jak 40 %.

Tab. č. 6 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Bílý potok – nad Černým potokem	2002	6,1	17,5	27,0	40	-	III.
Bílý potok – nad Černým potokem	1970	6,1	36,0	50,0	58,0	-	
Bílý potok – pod Černým potokem	2007	5,8	22,3	36,2	56	-	III.
Bílý potok – pod Černým potokem	1970	5,8	50,0	69,0	80,0	-	
Janský potok - ústí	2002	0,0	6,5	11	18	-	III.
přítok od Cihelny - ústí	2003	0,0	2,6	5,5	11	-	III.

3.5 Místní šetření

V rámci zpracování 2. plánovacího cyklu bylo provedeno místní šetření v březnu 2019 [22]. Toto šetření proběhlo jak na nových prodloužených úsecích, tak na úsecích shodných s 1. plánovacím cyklem z roku 2013, kde místní šetření provedla firma Pöyry Environment a.s. [21]. Oproti průzkumu z 1. plánovacího cyklu byla zjištěna nová lávka pro pěší na přítoku od Cihelny v km 0,238 a rekonstrukce lávky pro pěší na Bílém potoce v km 8,311. Byly pořízeny fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Při terénním průzkumu byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření, dále byly ověřeny

hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundačním území a zjišťován rozsah historických povodní u místních obyvatel.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Bílého potoka včetně Janského potoka a přítoku od Cihelny v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2008 [19]. Model sloužil pro zpracování Studie záplavového území Bílého potoka [6]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [6], DMT a hydrologická data. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q_1 - Q_{100} . Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění.

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v 1. plánovacím cyklu bylo simulováno ustálené nerovnoměrné proudění s využitím okrajových podmínek při kulminaci z výše uvedeného celkového modelu. Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2013 [17]. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly stavu (zjištěné z terénního průzkumu) a výchozího modelu byly zohledněny. Aktualizace modelu byla provedena v programu MIKE 11.

V řešených úsecích nebyla k dispozici relevantní data použitelná pro kalibraci.

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT vytvořený z DMR 5G a ze zaměření koryta toku [6], [7] pokrývá celé zájmové území v ploše předpokládaného rozlivu při Q_{500} s přesahem.

Mapové podklady (RZM 10 [2], ortofotomapy [3] a ZABAGED [4], [5]) pokrývají celé zájmové území.

Pozemní geodetické zaměření [6] a [7] pokrývá celé zájmové území řešeného úseku toku. Příčné profily korytem jsou vedeny kolmo na směr proudění, s hustotou cca 100 m. Zaměřeny jsou veškeré objekty na toku – stupně, jezy, mosty, lávky. Geodetické práce zpracovalo Povodí Moravy s.p. v roce 2008.

Hydrologická data použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ [8].

Terénní průzkum byl proveden v září 2012 [9]. Byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření. Změny oproti předchozí etapě byly ověřeny v terénním průzkumu v březnu 2019 [23].

Ostatní podklady (kalibrační data, TPE, studie a koncepční dokumenty) byly shromážděny a využity při hydraulických výpočtech.

Podkladem pro vyhodnocení byly výsledky ze stávajícího numerického 1D+ modelu části zájmového úseku Bílého potoka včetně zájmových úseků Janského potoka a přítoku od Cihelny [19], který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2008.

Kalibrační data nebyla k dispozici, podkladovými daty [17] byly pouze výstupy hydraulických výpočtů z roku 2013.

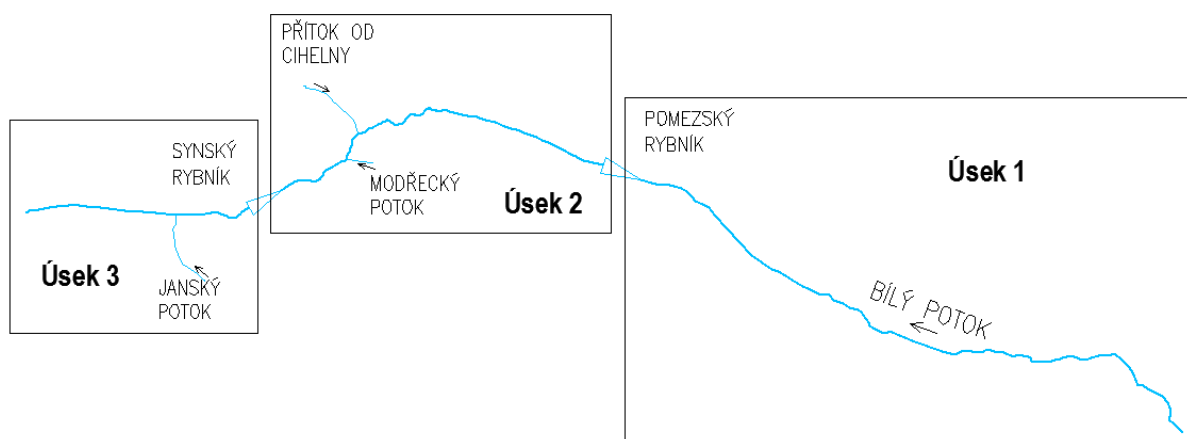
Výpočet zahrnuje úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s přítokem od Cihelny (DYJ_05_02) a Janského potoka (DYJ_05-03). Pro úplnost byl výpočet doplněn o levostranný přítok Modřeckého potoka.

4 Popis koncepčního modelu

Koncepční model tohoto úseku v Poličce byl rozdělen na 3 podúseky. Úseky jsou rozděleny dvěma rybníky, nacházejícími se na Bílém potoce. K tomuto rozdělení došlo z důvodu zanesení manipulace na bezpečnostních objektech do výpočtu.

Modelované podúseky:

- Horní úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) po Pomezském rybníku;
- Střední úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s přítokem od Cihelny (DYJ_05-02) po Synský rybník - pro úplnost byl do modelu navíc přidán levostranný přítok Modřeckého potoka;
- Dolní úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s Janským potokem (DYJ_05-03).



Obr. č. 17 Schéma modelovaných podúseků

Pro výpočet byl použit dvourozměrný (2D) model proudění. Výsledky simulace popisují stav ustáleného proudění při požadovaných N-letých průtocích v celé zájmové oblasti. Model vymezeného úseku byl sestaven společností AQUATIS a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy, s.p. v roce 2019.

Na menších tocích je tradičně využívána spíše 1D schematizace proudění, což je odůvodněno tím, že obvykle nedochází k rozsáhlým inundacím a převažuje proudění paralelně s osou koryta toku. Jednorozměrné modely jsou jednoduché a méně náročné při řešení a jejich využití bylo historicky podmíněno především nižším rozlišením dostupných DMT, popř. softwarovými nároky a stabilitou výpočtu. V posledních 20 letech se často uplatňuje přístup, kdy se proudění v korytě modeluje pomocí 1D schematizace a inundace pomocí 2D schematizace, přičemž je zajištěna výpočetní provázanost obou schematizací. Použití uvedeného přístupu je obvykle důsledkem nižšího rozlišení DMT koryta toku (DMR 5G nepopisuje terén pod hladinou vody). Nevýhodou uvedeného přístupu je především omezená možnost provázání obou schematizací a málo výstižná simulace proudění složitými objekty s 2D charakterem proudění. Přesnějším řešením, pokud existuje kompletní DMT, je 2D schematizace proudění v korytě i v inundačním území. Další zpřesnění poskytuje 3D schematizace, která se vzhledem k hardwarovým nárokům zatím často nepoužívá.

V rámci zpracování jsme s ohledem na charakter proudění, dostupná data a požadavky na výsledky zvolili 2D schematizaci, tedy byl vyhotoven 2D model proudění. Výhodou 2D modelu proudění oproti 1D, 1D+ a kombinaci 1D a 2D modelu je přesnější popis proudění v území, snadná vizuální kontrola výsledků a možnost přímého vygenerování výstupů pro vyhotovení map povodňového nebezpečí. Kombinací DMR 5G a podrobného DMT koryta je možné vytvořit velmi detailní výpočetní síť. V případě složitější topografie dna a břehů toku umožňuje 2D schematizace přesnější popis rozložení rychlostí v korytě a nabízí individuální volbu součinitelů drsnosti pro každou výpočetní buňku (prvek).

Pro řešení byl použit softwarový prostředek HEC-RAS.

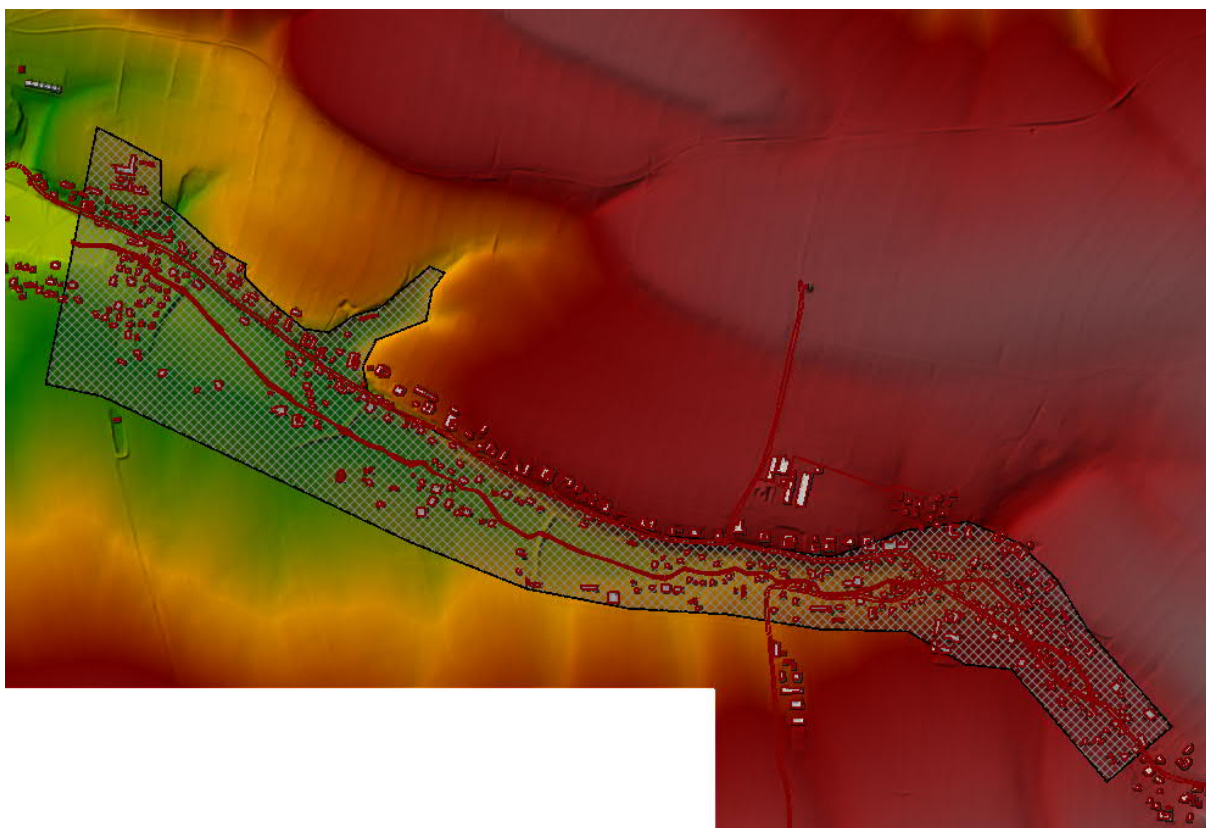
2D modelem bylo popsáno proudění vlastním korytem Bílého potoka, jeho přítoků, související inundační území a veškeré objekty na toku. Do modelu nejsou zahrnuty malé přítoky z povodí z hlediska jejich bezvýznamnosti.

4.1 Schematizace řešeného problému

Horní úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) po Pomezský rybník

V rámci vytváření 2D modelu pro horní úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 18). Základem byla ortogonální síť s velikostí prvku $4,0\text{ m} \times 4,0\text{ m}$, která byla pomocí povinných hran přizpůsobena objektům a liniovým prvkům tak, aby byl co nejpřesněji vystižen skutečný tvar terénu. Použité soubory povinných hran zahrnují budovy a bloky budov, liniové stavby, břehové hrany a paty svahů koryta. V prostoru koryta vodního toku, případně některých liniových prvků, byla síť z důvodu výstižnosti zahuštěna až na velikost prvku $1,0\text{ m} \times 1,0\text{ m}$.

Celá výpočetní síť měla 89 817 buněk.



Obr. č. 18 Schéma výpočetní sítě modelu pro horní úsek Bílého potoka DYJ_05-01

Střední úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s přítokem od Cihelny (DYJ_05-02) po Synský rybník

V rámci vytváření 2D modelu pro střední úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s přítokem od Cihelny (DYJ_05-02) a Modřeckého potoka byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 19). Základem byla ortogonální síť s velikostí prvku $4,0\text{ m} \times 4,0\text{ m}$, která byla pomocí povinných hran přizpůsobena objektům a liniovým prvkům tak, aby byl co nejpřesněji vystižen skutečný tvar terénu. Použité soubory povinných hran zahrnují budovy a bloky budov, liniové stavby, břehové hrany a paty svahů koryta. V prostoru koryta vodního toku, případně některých liniových prvků, byla síť z důvodu výstižnosti zahuštěna až na velikost prvku $1,0\text{ m} \times 1,0\text{ m}$.

Celá výpočetní síť má 95 666 buněk.

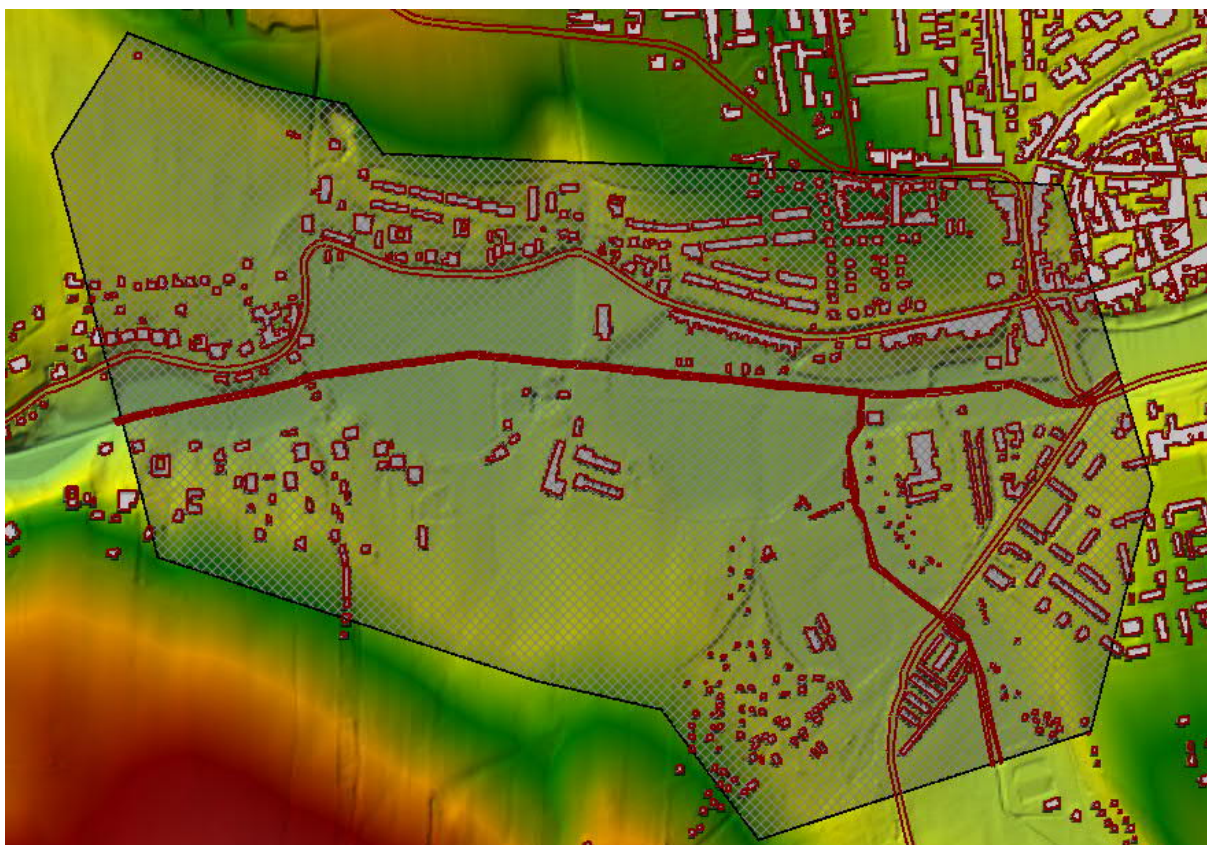


Obr. č. 19 Schéma výpočetní sítě pro střední úsek Bílého potoka DYJ_05-01 s přítokem od Cihelny DYJ_05-02 a Modřeckým potokem

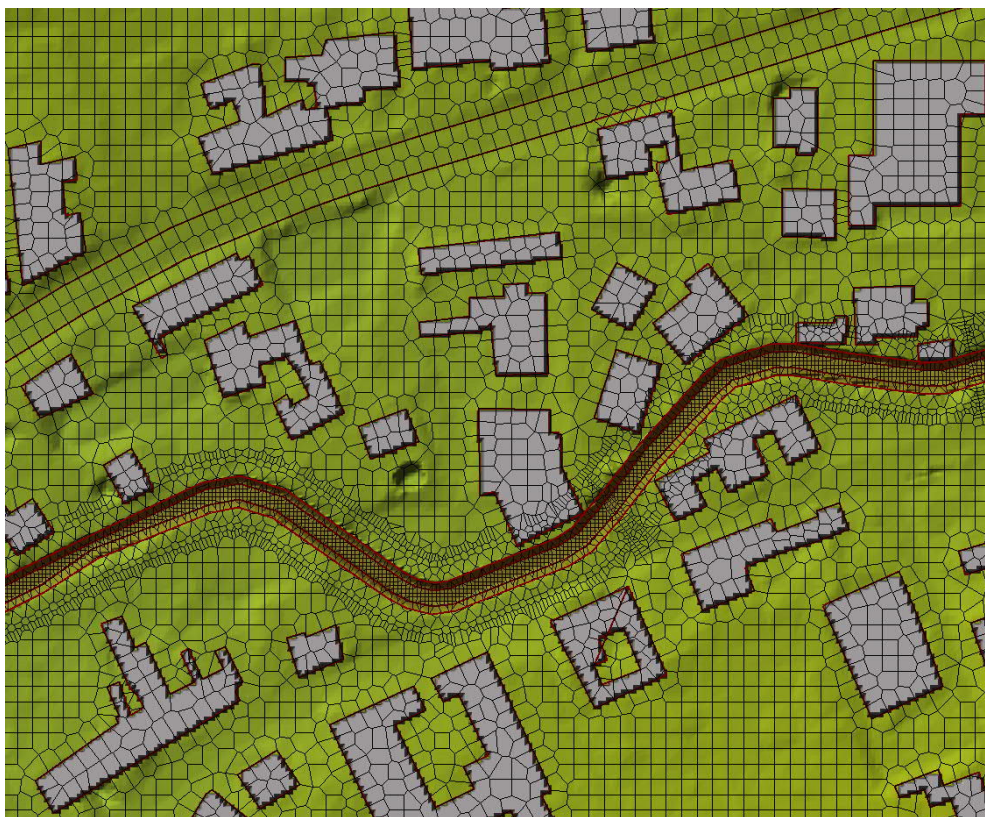
Dolní úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s Janským potokem (DYJ_05-03)

V rámci vytváření 2D modelu pro dolní úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s Janským potokem (DYJ_05-03) byla provedena schematizace pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě. Základem byla ortogonální síť s velikostí prvku $4,0\text{ m} \times 4,0\text{ m}$, která byla pomocí povinných hran přizpůsobena objektům a liniovým prvkům tak, aby byl co nejpřesněji vystižen skutečný tvar terénu. Použité soubory povinných hran zahrnují budovy a bloky budov, liniové stavby, břehové hrany a paty svahů koryta. V prostoru koryta vodního toku, případně některých liniových prvků, byla síť z důvodu výstižnosti zahuštěna až na velikost prvku $1,0\text{ m} \times 1,0\text{ m}$ (Obr. č. 21).

Celá výpočetní síť má 95 548 buněk.



Obr. č. 20 Schéma výpočetní sítě pro dolní úsek Bílého potoka DYJ_05-01 s Janským potokem DYJ_05-03



Obr. č. 21 Detail výpočetní sítě pro úsek DYJ_05

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výsledky předkládaných hydraulických výpočtů odráží teoretický stav, při kterém by došlo k ustálenému proudění s hodnotou průtoku Q_N v celém zájmovém úseku i přilehlém inundačním území. Zvolený přístup má za následek vychýlení některých výsledků (rozsah rozlivu, hodnoty hloubek) mírně na stranu bezpečnosti oproti reálnému stavu, především při modelovém průchodu povodňových vln vyšších N-letostí (s kulminačními průtoky Q_{100} a Q_{500}). Důvodem zmíněného nadhodnocení je skutečnost, že reálné povodně se vyznačují neustáleným prouděním, tedy mají nižší objemovou složku (kulminační průtok odpovídající vyšetřované N-letosti se vyskytuje omezenou dobu) a při proudění dojde k jejich transformaci územím. Výsledek proudění při ustáleném stavu vystihuje stav, kdy by nejhorší fáze povodně nastala v celém vyšetřovaném úseku ve stejný okamžik.

Pro důsledné uplatnění řešení v podmínkách neustáleného proudění by bylo zapotřebí definovat ke každému N-letému průtoku návrhový hydrogram s vhodně zvolenou podmíněnou pravděpodobností překročení objemu. Lze předpokládat, že podrobný hydrodynamický výpočet by vedl k různým hodnotám N-letých kulminací v dílčích profilech vyšetřovaného úseku vodního toku. Detailní způsob řešení průchodu N-leté povodně v režimu neustáleného proudění klade velké nároky na množství i kvalitu vstupních hydrologických dat a přináší řadu otázek, které by bylo zapotřebí metodicky vyjasnit.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky jsou zadány následovně:

Horní okrajovou podmínkou (HOP) jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N-letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vodním toku Bílý potok a jeho přítocích dodaných ČHMÚ [8].

Dolní okrajové podmínky (DOP) jsou zadávány dvojím způsobem. V případě horního a středního úseku, které končí v konci vzdutí rybníků jsou DOP určeny měrnými křivkami průtoků, které byly stanoveny na základě výpočtu manipulace na bezpečnostním objektu příslušného rybníka. Na dolním úseku byla DOP zadána jako úroveň hladiny na dolním okraji modelu ve vzdálenosti 240 m pod řešenou oblastí. Hodnota dolní okrajové podmínky je určena na základě sklonu čáry energie při řešeném průtoku. Sklon čáry energie je stanoven z průměrného sklonu terénu v podélném směru proudění a podélného sklonu hladiny převzatého z výpočtu provedeného v rámci projektu Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, 2013 [17].

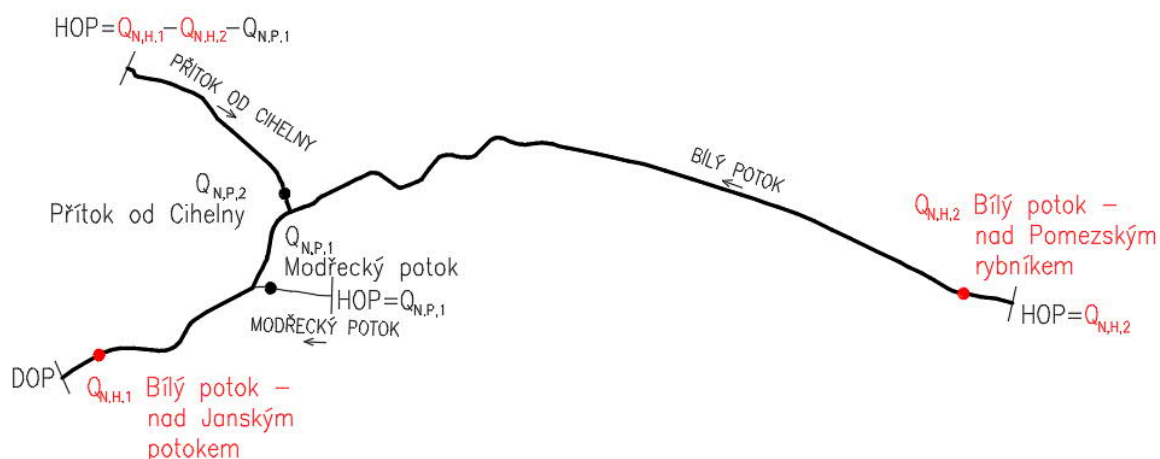
Souběhy povodní z více větví

Střední a dolní úsek jsou řešeny souběhem povodní z více větví – hlavního toku Bílého potoka (DYJ_05-01) a přítoků. K oběma úsekům byly provedeny dvě varianty výpočtu s ohledem na rozdělení povodňových průtoků. Pro vynesení rozlivů byla uvažována obálka maximálních rozlivů z těchto dvou uvažovaných scénářů.

Střední úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s přítokem od Cihelny (DYJ_05-02) po Synský rybník

Varianta 1 – patřičné N-leté povodňové průtoky Q_N na hlavním toku Bílý potok (profil Bílý potok - nad Pomezským rybníkem), který se doplňuje z přítoku od Cihelny (profil přítok od Cihelny) a přítoku Modřeckého potoka takovými průtoky, aby součet odpovídal příslušnému N-letému průtoku pod soutokem, tedy v profilu Bílý potok – nad Janským potokem.

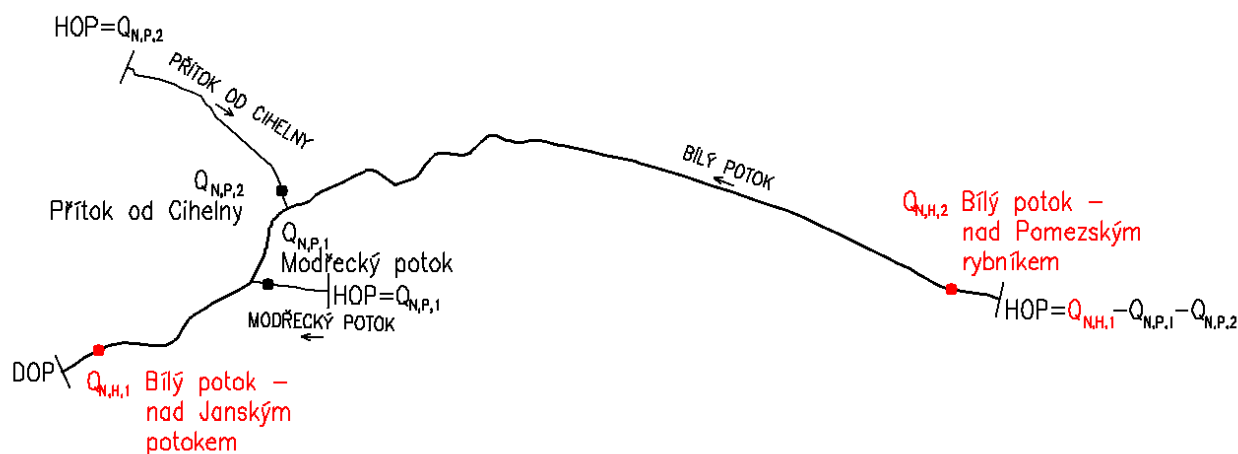
Varianta 1



Obr. č. 22 Schéma zadávání OP pro Variantu 1 středního úseku

Varianta 2 – patřičné N-leté povodňové průtoky Q_N na vedlejším toku od Cihelny (profil přítok od Cihelny), který se doplňuje z Bílého potoka (Bílý potok - nad Pomezským rybníkem) a Modřeckého potoka takovými průtoky, aby součet odpovídal příslušnému N-letému průtoku pod soutokem, tedy v profilu Bílý potok – nad Janským potokem.

Varianta 2

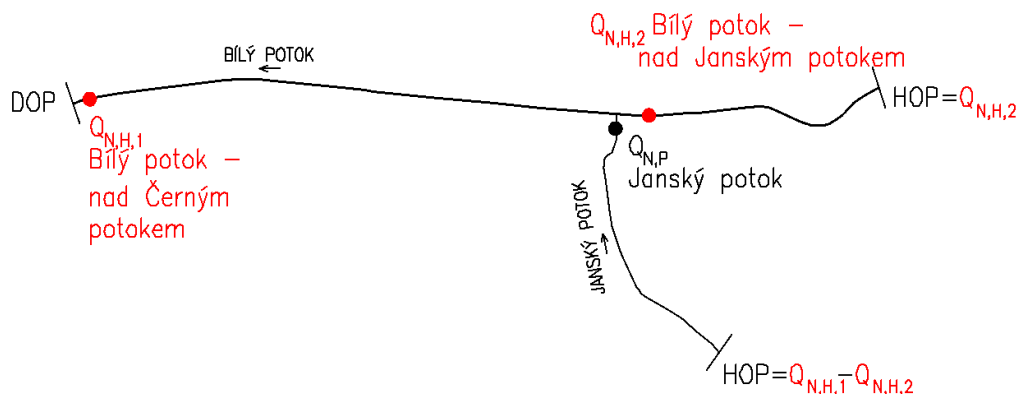


Obr. č. 23 Schéma zadávání OP pro Variantu 2 středního úseku

Dolní úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s Janským potokem (DYJ_05-03)

Varianta 1 – patřičné N-leté povodňové průtoky Q_N na hlavním toku Bílý potok (profil Bílý potok – nad Janským potokem), který se doplňuje z přítoku Janského potoka (profil Janský potok - ústí) takovým průtokem, aby součet odpovídal příslušnému N-letému průtoku pod soutokem, tedy v profilu Bílý potok – nad Černým potokem.

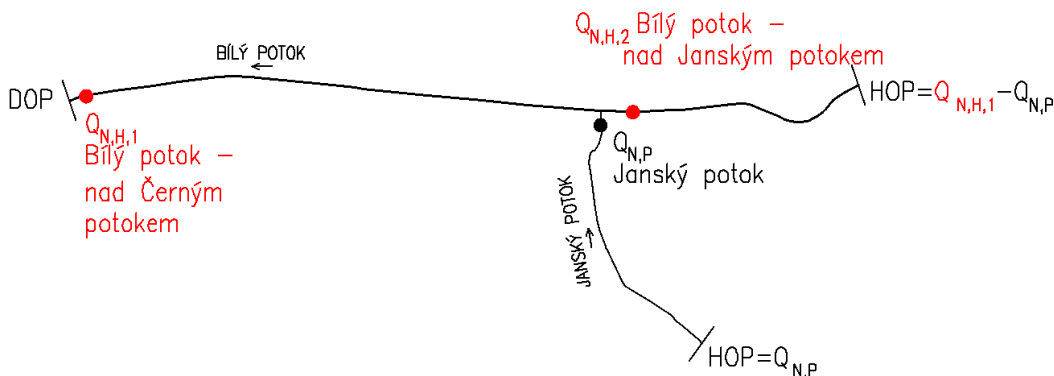
Varianta 1



Obr. č. 24 Schéma zadávání OP pro Variantu 1 dolního úseku

Varianta 2 – patřičné N-leté povodňové průtoky Q_N na vedlejším toku Janský potok (profil Janský potok – ústí), který se doplňuje ze Bílého potoka (profil Bílý potok – nad Janským potokem) takovým průtokem, aby součet odpovídal příslušnému N-letému průtoku pod soutokem, tedy v profilu Bílý potok – nad Černým potokem.

Varianta 2



Obr. č. 25 Schéma zadávání OP pro Variantu 2 dolního úseku

Pozn. $Q_{N,H}$ – N-leté průtoky na hlavním toku; $Q_{N,P}$ – N-leté průtoky na přítoku.

Hodnoty Q_N v profilu Bílý potok – nad Janským potokem a v Modřeckém potoce byly dopočítány na základě dostupných hydrologických údajů a dílčích ploch povodí IV. řádu jako poměr dílčí plochy povodí ku celkové ploše povodí závěrového profilu, vynásobené známými hodnotami Q_N v závěrovém profilu.

Výpočet je zahájen na „suchém“ modelu. Na začátku simulace je HOP průtok, který je menší, než je kapacita koryta vodního toku, a je plynule zvyšován po dobu 30 min až na hodnotu Q_5 , která je v následující době simulace neměnná. Na dolním konci modelu je sledována hodnota průtoky v kontrolním profilu. Celková doba výpočtu je dle tohoto sledování nastavena tak, aby došlo k ustálení na celém modelovaném úseku. Výpočetní software umožňuje

vložení řady kontrolních řezů jdoucích napříč korytem i inundačním územím. Pro tyto řezy je možné vykreslit hydrogramy a tím ověřit dodržení podmínek stacionárního proudění během požadovaného časového úseku.

Při výpočtu Q_{20} je počáteční podmínkou (PP) ustálené proudění při Q_5 . Hodnota HOP je nastavena jako plynulý nárůst z Q_5 na Q_{20} a tato hodnota je pak udržována až do ustálení průtoku v celém modelu obdobně jako v předchozím postupu.

Stejným způsobem jsou nastaveny OP resp. PP pro průtoky Q_{100} a Q_{500} .

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočet proudění byl proveden pomocí programu HEC-RAS 5.0.6 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) vyvinutého US Army Corps of Engineers pro výpočet jednorozměrného a dvourozměrného proudění. HEC-RAS umožňuje komplexní modelové řešení pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočtové rovnice jsou uvedeny v manuálu [18]. Pro řešení proudění byla zvolena metoda difuzní vlny (resp. její aproximace). Numerická schematizace se opírá o kombinaci metody konečných diferencí a konečných objemů.

Výsledky dosažené metodou difuzní vlny byly na vybraných zájmových úsecích porovnány s metodou využívající úplných Saint Venantových rovnic (zahrnující mimo jiné vliv Coriolisovy síly). Na převážné většině území výpočetní sítě dávaly obě zmiňované metody srovnatelné výsledky, přičemž metoda difuzní vlny vykazovala vyšší míru stability a kratší dobu výpočtu. V souladu s předpoklady se významnější rozdíly ve výsledcích obou metod objevily v místech s výskytem silně turbulentního proudění. Vzhledem k ostatním nejistotám a přijatým zjednodušením se použití metody difuzní vlny jeví jako praktická a adekvátní technika pro řešení úlohu.

Numerickým modelem je popsán průtok vlastním korytem Bílého potoka a jeho přítoků, včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [6] a [7], v podobě příčných řezů a bodů x , y , z v situaci, z nichž je vygenerován model koryta toku Bílého potoka a ostatních přítoků. Model povrchu inundačního území je vytvořen na základě DMR 5G [1]. Budovy a bloky budov jsou ve výpočetní síti uvažovány jako neprůtočné plochy s výrazným zvýšením terénu. Digitální povrch terénu použitý ve výpočtu je vytvořen propojením zaměření koryt, digitálního modelu reliéfu a neprůtočných objektů (budov). HOP jsou hodnoty N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Bílém potoce a ostatních přítocích dodaných ČHMÚ [8]. DOP jsou úrovně hladin v rybnících a v korytě Bílého potoka. Pro stanovení součinitele drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [21] a [22] pořízená při terénním průzkumu v roce 2019.

Při výpočtu se uvažovalo s konstantním časovým krokem 2 s. Maximální počet iterací byl ponechán na hodnotě 20. Přípustná odchylka pro vypočtené výšky hladiny a objemy (přepočtené na výšky hladiny) byla uvažována na úrovni 3 mm.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Do výpočtového modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na toku (Tab. č. 7, 8 a 9). Manipulace na objektech je uvažována dle manipulačních řádů [20]. Ve většině případů je uvažováno při povodňových průtocích s vyhrazeným objektem při jednoletých vodách.

V případě mostů byly použity dva přístupy. V případě, že úroveň hladiny nedosahovala dolní hrany mostovky, byl mostní objekt zadán úpravou geometrie koryta v profilu mostu zahrnutím mostních pilířů. Mostovka v takovém případě uvažována nebyla. V případě, že úroveň hladiny byla výš než úroveň dolní hrany mostovky, bylo proudění (přepad) přes mostovku řešeno 2D (úroveň povrchu terénu odpovídala úrovni povrchu mostovky) a proudění mostním profilem 1D pomocí propustku s vhodně zvoleným tvarem v témže místě. V takovém případě se dbalo na to, aby se geometrické parametry propustku co nejvíce blížily skutečnému mostnímu otvoru. Součinitele drsnosti pro dolní část omočeného obvodu propustku byly zpravidla voleny ve shodě s odhadovanými drsnostmi v okolním korytě. V horní části omočeného obvodu propustku byly obvykle voleny drsnosti odpovídající betonu. Popsaný postup kombinující obě metody schematizace mostních objektů znamená opakované provedení výpočtu na základě úpravy výchozí geometrie objektů.

Jezy a další příčné objekty byly modelovány 1D jako přelivy. Součinitel přepadu byl volen individuálně na základě vlastností daného objektu.

Budovy byly v modelu řešeny zvýšením terénu v místě jejich polohy.

Poldry v km 12,545 a km 13,225 byly zaneseny do modelu dle DMR 5G [1] a bylo uvažováno s přepadem přes bezpečnostní objekt v celém rozsahu až do Q_{500} .

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek DYJ_05-01, Bílý potok, km 7,686 – 15,195

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
7,686	hospodářský most	7,630	Kamenec u Poličky
8,113	hospodářský most	8,100	Polička
8,544	Janský potok	8,200	Polička
8,755	hospodářský most	8,490	Polička
8,903	silniční most	8,640	Polička
8,930	hráz Synského rybníka	8,700	Polička
9,364	silniční most	9,080	Polička
9,229	lávka		Polička
9,595	Modřecký potok	9,240	Polička
9,762	silniční most	9,480	Polička
9,765	přítok od Cihelny	9,480	Polička
10,047	hospodářský most	9,790	Polička
10,157	hospodářský most	9,890	Polička
10,351	silniční most	10,070	Polička
10,474	hospodářský most	10,200	Polička
10,665	hospodářský most	10,390	Polička
10,903	hospodářský most	10,650	Polička
11,115	hospodářský most	10,840	Polička
11,157	hospodářský most	10,870	Polička
11,293	hráz Pomezského rybníka	11,000	Polička
11,795	hospodářský most	11,470	Polička
12,084	cestní betonový most	11,750	Polička
12,352	hospodářský most		Polička
12,450	hospodářský most		Polička
12,545	hráz poldru		Polička
12,764	hospodářský most	12,280	Polička
12,768	hráz rybníka		Polička
12,909	hospodářský most		Polička
13,225	hráz poldru		Polička
13,421	cestní ocelovo-betonový most		Polička
13,804	hospodářský most	13,460	Polička
13,953	hospodářský most	13,608	Polička
14,052	hospodářský most	13,720	Polička
14,204	hospodářský most	13,748	Polička

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
14,281	náhon k rybníku		Polička
14,360	silniční most	14,000	Polička
14,426	silniční most	14,064	Polička
14,680	hospodářský most	14,335	Polička
14,770	silniční most		Polička
14,925	silniční most	14,709	Polička
15,068	silniční most	14,833	Polička
15,195	silniční most		Polička

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu, úsek DYJ_05-02, přítok od Cihelny, km 0,000 – 0,356

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,044	silniční most		Polička – ul. Hegerova
0,098	silniční most		Polička – příjezd k transformátoru
0,248	silniční most		Polička

Tab. č. 9 Objekty vstupující do modelu, úsek DYJ_05-03, Janský potok, km 0,000 – 0,435

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,083	mostní propustek		Polička – ul. Pivovarská
0,385	silniční most		Polička – ul. Zákrejsova
0,394	lávka		Polička – ul. Zákrejsova

5.2.2 Drsnosti koryta a inundačních území

Hodnoty součinitele drsnosti Bílého potoka a ostatních přítoků byly zadány na základě pochůzky v terénu a při ní pořízené dokumentace [22].

Pro zadávání hodnot součinitelů drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Drsnost koryta v Bílém potoce je uvažována hodnotou součinitele drsnosti $n = 0,04$ dle Manninga. Způsob jejich zadávání v objektech byl popsán výše v kapitole 5.2.1. Hodnoty použitých součinitelů drsnosti jsou v Tab. č. 10.

Tab. č. 10 Orientační hodnoty součinitelů drsnosti dle Manninga použité při výpočtu

Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
cesta	0,060
kolejiště	0,038
koryto	0,04
les	0,080 - 0,085
letiště	0,035
louka	0,035

Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
park	0,055
skládka	0,05
zahrada	0,05
zástavba	0,2 – 0,3
zvláště chráněné území	0,075

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

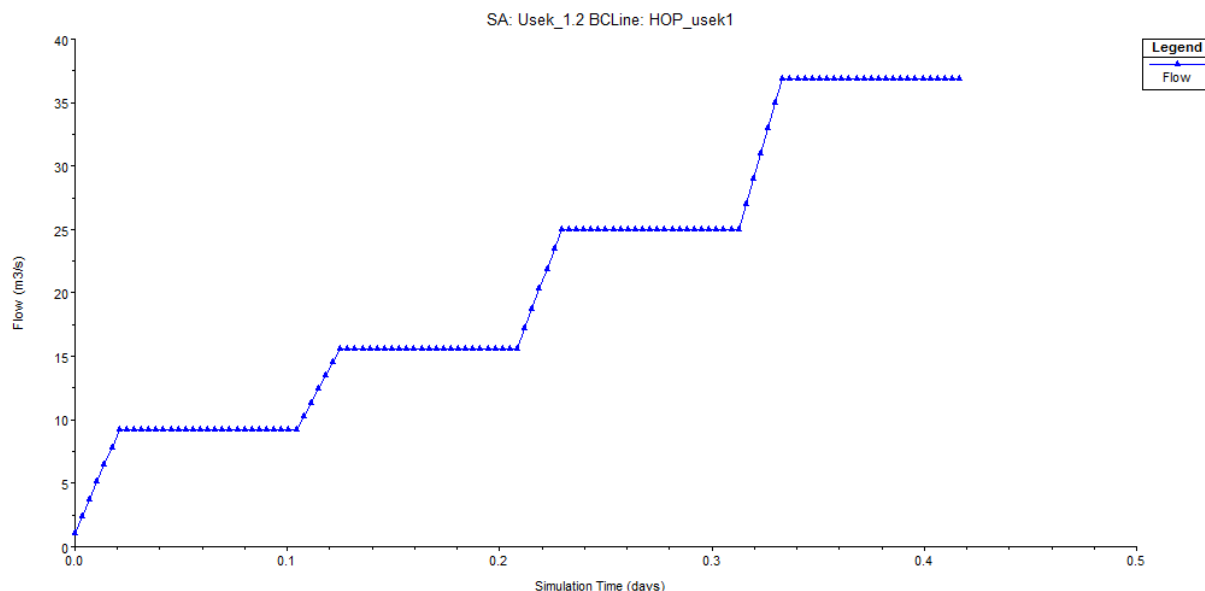
Horní úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) po Pomezský rybník

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Bílém potoce dodaných ČHMÚ [8]. Hodnoty jsou zadávány na horním okraji modelu ve vzdálenosti cca 80 m od začátku výpočtového úseku (Tab. č. 11). Vzdálenost je dostatečná vzhledem k šířce inundačního území.

Tab. č. 11 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu v horním úseku

HOP - průtok	PP	Doba zvyšování průtoků	Doba pro ustálení
$Q_5 = 9,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:00 hod
$Q_{20} = 15,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 9,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:00 hod
$Q_{100} = 25,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 15,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:00 hod
$Q_{500} = 36,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 25,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:00 hod

Pozn.: Doba pro ustálení nevyjadřuje minimální dobu nezbytnou pro ustálení, ale zvolenou dobu, u které bylo ověřeno, že postačuje k ustálení průtoků na celém výpočetním úseku. Grafická podoba Tab. č. 10 je na Obr. 26, kde je zobrazen hydrogram HOP na Bílém potoce.



Obr. č. 26 Hydrogram HOP na Bílém potoce pro horní úsek

Dolní okrajová podmínka je umístěna v ř. km 11,674 Bílého potoka v konci vzdutí Pomezského rybníka. Pro zadání DOP je použita měrná křivka průtoků, která odpovídá manipulaci na bezpečnostním objektu Pomezského rybníka dle Manipulačního řádu [20]. Předpokládá se přepad přes bezpečnostní objekt v celém rozsahu až do Q_{500} .

Tab. č. 12 Hodnoty DOP v konci vzdutí Pomezského rybníka v ř. km 11,674 Bílého potoka (DYJ_05-01) [17]

DOP	Q_N
560,14 m n. m. (dno rybníka)	$Q = 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
560,45 m n. m.	$Q_5 = 9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
560,65 m n. m.	$Q_{20} = 15,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
560,90 m n. m.	$Q_{100} = 25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
561,15 m n. m.	$Q_{500} = 36,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Střední úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s přítokem od Cihelny (DYJ_05-02) po Synský rybník

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Bílém potoce a přítoku od Cihelny dodaných ČHMÚ [8]. Rozdělení průtoků v jednotlivých tocích je v Tab. č. 12. Vzhledem ke spojitosti proudění v korytě Bílého potoka a inundaci byla zadána jedna HOP na horním okraji modelu ve vzdálenosti cca 70 m od osy hráze Pomezského rybníka v ř. km 11,363, na přítoku od Cihelny jsou zadávány cca 70 m (dostatečná vzdálenost vzhledem k hodnotám Q_N) od konce úseku v ř. km 0,419 a v případě Modřeckého potoka jsou zadávány v ř. km 0,328. Hodnoty společně s počátečními podmínkami a dobami pro ustálení jsou v Tab. č. 14 až 16.

Tab. č. 13 Rozdělení průtoků na Bílém potoce (DYJ_05-01), přítoku od Cihelny (DYJ_05-02) a Modřeckém potoce dle variant

Q_N	$Q \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Bílý potok – nad Janským potokem	Varianta 1			Varianta 2		
		Q_N z Bílého potoka			Q_N z Přítoku od Cihelny		
		$Q_N \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Bílý potok	$Q \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Přítok od Cihelny	$Q \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Modřecký potok	$Q_N \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Bílý potok	$Q \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Přítok od Cihelny	$Q \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Modřecký potok
Q_5	12,69	9,2	2,33	1,16	10,33	1,2	1,16
Q_{20}	19,91	15,6	2,87	1,44	15,37	3,1	1,44
Q_{100}	30,27	25	3,51	1,76	20,51	8	1,76
Q_{500}	42,82	36,9	3,94	1,97	22,84	18	1,97

Tab. č. 14 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu na Bílém potoce (DYJ_05-01)

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoků	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 9,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{20} = 15,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 9,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{100} = 25,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 15,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{500} = 36,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 25,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
Varianta 2	$Q_5 = 10,33 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{20} = 15,37 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 10,33 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{100} = 20,51 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 15,37 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{500} = 22,84 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 20,51 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod

Tab. č. 15 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu na přítoku od Cihelny (DYJ_05-02)

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoků	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 2,33 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{20} = 2,87 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 2,33 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{100} = 3,51 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 2,87 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{500} = 3,94 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 3,51 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
Varianta 2	$Q_5 = 1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{20} = 3,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{100} = 8,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 3,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{500} = 18,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 8,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod

Tab. č. 16 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu na Modřeckém potoce

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
Varianta 1 a 2	$Q_5 = 1,16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{20} = 1,44 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 1,16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{100} = 1,76 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 1,44 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod
	$Q_{500} = 1,97 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 1,76 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	03:00 hod

Dolní okrajová podmínka je umístěna v ř. km 9,150 Bílého potoka v konci vzdutí Synského rybníka. Pro zadání DOP je použita měrná křivka průtoku, která odpovídá manipulaci na bezpečnostním objektu Synského rybníka. Předpokládá se přepad přes bezpečnostní objekt v celém rozsahu až do Q_{500} .

Tab. č. 17 Hodnoty DOP v konci vzdutí Synského rybníka v ř. km 9,150 Bílého potoka (DYJ_05-01)

DOP	Q_N
547,25 m n. m. (dno rybníka)	$Q = 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
548,36 m n. m.	$Q_5 = 12,69 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
548,58 m n. m.	$Q_{20} = 19,91 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
548,84 m n. m.	$Q_{100} = 30,27 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
549,13 m n. m.	$Q_{500} = 42,82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Dolní úsek Bílého potoka (DYJ_05-01) s Janským potokem (DYJ_05-03)

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Bílém potoce a Janském potoce dodaných ČHMÚ [8] a doplňky průtoků pro výpočet dvou variant. Rozdělení průtoků v jednotlivých tocích je v Tab. č. 18. Vzhledem ke spojitosti proudění v korytě Bílého potoka a inundaci byla zadána jedna HOP na horním okraji modelu ve vzdálenosti cca 50 m od osy hráze Synského rybníka v ř. km 8,922. Na Janském potoce jsou zadávány cca 115 m od konce úseku v ř. km 0,561. Hodnoty společně s počátečními podmínkami a dobami pro ustálení jsou v Tab. č. 19 a 20. K výpočtu Varianty 2 postačovala poloviční doba ustálení.

Tab. č. 18 Rozdělení průtoků na Bílém potoce (DYJ_05-01) a Janském potoce (DYJ_05-03) dle variant

Q_N	$Q [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Bílý potok – nad Černým potokem	Varianta 1		Varianta 2	
		Q_N z Bílého potoka		Q_N z Janského potoka	
		$Q_N [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Bílý potok	$Q [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Janský potok	$Q_N [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Bílý potok	$Q [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Janský potok
Q_5	16,9	12,69	4,21	13,80	3,1
Q_{20}	26,5	19,91	6,59	19,30	7,2
Q_{100}	40,3	30,27	10,03	24,30	16
Q_{500}	57,0	42,82	14,18	26,0	31

Tab. č. 19 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu na Bílém potoce (DYJ_05-01)

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 12,69 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	05:00 hod
	$Q_{20} = 19,91 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 12,69 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	05:00 hod
	$Q_{100} = 30,27 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 19,91 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	05:00 hod
	$Q_{500} = 42,82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 30,27 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	05:00 hod
Varianta 2	$Q_5 = 13,80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:30 hod
	$Q_{20} = 19,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 13,80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:30 hod
	$Q_{100} = 24,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 19,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:30 hod
	$Q_{500} = 26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 24,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:30 hod

Tab. č. 20 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu na Janském potoce (DYJ_05-03)

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 4,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	05:00 hod
	$Q_{20} = 6,59 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 4,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	05:00 hod
	$Q_{100} = 10,03 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 6,59 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	05:00 hod
	$Q_{500} = 14,18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 10,03 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	05:00 hod
Varianta 2	$Q_5 = 3,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:30 hod
	$Q_{20} = 7,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 3,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:30 hod
	$Q_{100} = 16,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 7,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:30 hod
	$Q_{500} = 31,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 16,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:30 hod

Dolní okrajovou podmínkou (DOP) je úroveň hladiny na dolním okraji modelu ve vzdálenosti 240 m pod řešenou oblastí. Hodnota dolní okrajové podmínky je určena na základě průměrného podélného sklonu dna koryta $i = 0,001379$. Vzdálenost zadání DOP od konce úseku je dostatečná a vzhledem k neměnnému sklonu dna v blízkosti DOP neovlivní výsledky v řešeném úseku.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Požaduje se výsledek ustáleného proudění. Pro simulaci je však potřeba vycházet ze suchého modelu nebo z výstupů simulace menšího průtoku. PP výpočtu je tedy v tomto případě vždy výstup z předchozí simulace. Přehled PP a dob výpočtů potřebných pro ustálení je součástí tabulek v kapitole 5.2.3.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Zhodnocení vstupních dat z hlediska možných nejistot a úplnosti.

Nejistota může být v hustotě a přesnosti geodetických dat. Udávaná přesnost DMR 5G je 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu [1]. Zaměřené příčné profily koryta byly doplněny o pomocné interpolované řezy tak, aby jejich průměrná vzájemná vzdálenost byla cca 50 m. Provedená schematizace koryta mezi příčnými řezy tak může mít vliv na zkrácení výsledků výpočtů.

Popis drsností vychází z terénního průzkumu a zohledňuje tzv. letní stav, kdy jsou koryto a inundační území výrazněji zarostlé.

Nejistotou může být rovněž aktuální stav koryta a inundačního území za povodně, množství transportovaných splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlučování koryta. Při větších povodních navíc dochází k porušení opevnění koryta, výmolům, břehovým nátržím, k porušení hrází nebo násypů a valů. Povodeň je rovněž značně ovlivněna aktuálním stavem inundačního území.

Nejistota dále spočívá v hydrologických údajích stanovených dle ČHMÚ. Je zřejmé, že údaje o N-letých průtocích nejsou údaje neměnné. Při zpracování výpočtů jsou tedy posuzovány veškeré dostupné hydrologické podklady – tedy současně platné se porovnávají s historickými i „nedávno minulými“. Rozptyl hodnot N-letých údajů bývá někdy značný. Je nutno zhodnotit i třídu přesnosti poskytovaných hydrologických údajů.

Kromě výše uvedeného je třeba vnímat zvýšenou nejistotu výsledků spojenou s absencí kalibračních dat. V některých případech, kdy bylo možné uvažovat vstupní charakteristiky v širším rozmezí, jsme volili raději hodnoty méně příznivé z hlediska dopadů povodňových událostí. Ve smyslu výše uvedeného mohou být výsledky mírně zkráceny na stranu bezpečnosti.

5.3 Popis kalibrace modelu

Kalibrační data nebyla v průběhu zpracování modelu k dispozici. Model nebyl kalibrován.

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Mezi výsledky výpočtů patřily především údaje o hloubkách vody, rychlostech proudění vody, úrovních hladin a rozlivech. Z programu HEC-RAS byly vygenerovány výstupy v příslušných N-letostech, při kterých došlo k ustálení povodňových průtoků. Jednalo se o polygony rozlivů ve formátu *.shp a rastrové vrstvy hloubek, svislicových rychlostí a úrovní hladin ve formátu *.tif. Grafickým výstupem jsou mapy povodňového nebezpečí, a to mapy rozlivů, hloubek a mapy svislicových rychlostí pro jednotlivé řešené kulminační průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .

Úsek DYJ_05-01 Bílý potok, km 7,686 – 15,195

V řešeném úseku jsou zaplavovány objekty v obci Pomezí a městě Polička.

V obci Pomezí jsou průtoky transformovány hrázemi Horního rybníka, Nového rybníka a suchým poldrem. V Poličce se o transformaci povodňových průtoků zaslouží rybníky Pomezský a Synský. K vybřežení vody z koryta dochází již při průtoku Q_5 a to do obou břehů. Zatopeny jsou desítky domů v Pomezí. V Poličce dochází k zaplavení objektů zejména pod zaústěním přítoku od Cihelny a Modřeckého potoka. V centru města dochází k zaplavení domu s pečovatelskou službou. Od Q_{20} dochází k zaplavení venkovních hřišť u základní školy v prostoru poldru v obci Pomezí. Rozlivy při Q_5 a Q_{20} jsou v porovnání s rozlivy z roku 2013 [17] menší z důvodů nového 2D modelu, přesnějšího DMR, změny hydrologie v přítoku od Cihelny a novým hydrologickým údajům v profilu Bílý potok – nad Pomezským rybníkem (viz v kap. 3.4). V centru města voda dosahuje ke komunikaci na ulici Hegerova a v Dolním předměstí je zaplavena ČOV. Rozliv při Q_{100} není výrazně větší než při Q_{20} . Voda v Pomezí se rozlévá do maximální šířky 100 m od osy koryta. K největším rozlivům dochází v centru města, kde je dotčena občanská vybavenost a také pod soutokem s Janským potokem. Zde dochází k vybřežení do široké inundace s loukami na levém břehu a zástavbou na pravém břehu. Při maximálních průtocích je kompletně zatopena ČOV na Dolním předměstí.

Úsek DYJ_05-02 přítok od Cihelny, km 0,000 – 0,356

Koryto je v tomto úseku nekapacitní pro všechny kulminační průtoky. Voda vybřežuje už při Q_5 zejména do levého břehu v blízkosti trafostanice. Při vyšších průtocích dochází k zaplavení objektů nacházejících se na pravém břehu. Tenisové kurty ani sportovní hala nejsou dotčeny. Čáry rozlivu jsou oproti výstupům z roku 2013 [17] menší z důvodů nového 2D modelu, přesnějšího DMT a změny hydrologie. Aktuální hodnota průtoku Q_5 je o 47,8 % nižší, Q_{20} je nižší o 40,4 %. Taktéž hodnoty průtoků Q_{100} a Q_{500} jsou nižší více než o 20 % (viz v kap. 3.4).

Úsek DYJ_05-03 Janský potok, km 0,000 – 0,435

K rozlivům z Janského potoka dochází již při kulminaci Q_5 . Jsou zaplaveny levobřežní garáže v horní části úseku. K vybřežení dochází i na pravém břehu (zahrad. osada) a levém břehu nad zaústěním do Bílého potoka. Od Q_{20} je zaplaven sportovní areál SK Polička nacházející se na levém břehu. Maximální rozliv při Q_{500} částečně zasahuje do zahradnické osady na pravém břehu. Rozlivy jsou oproti výsledkům z roku 2013 [17] místy větší z důvodů nového 2D modelu a přesnějšího DMR.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q_{500}) v řešeném úseku jsou dotčeny obce Polička a Pomezí.

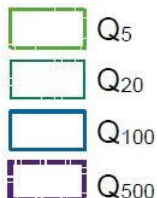
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a svislicová rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky a svislicové rychlosti z výpočtů 2D modelů mají podobu rastru. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m.

6.2.1 Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Rozlivy jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní. Byly vygenerovány z programu HEC-RAS do vektorového formátu *.shp a následně zpracovány s použitím nástrojů GIS a to na základě vyhodnocení rastrových dat o hloubkách vody (viz kap. 6.2.2).

Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na Základní rastrové mapě v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. č. 27.

Rozlivy



Obr. č. 27 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

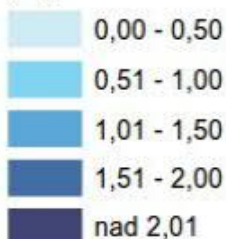
6.2.2 Hloubky pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

Údaje o hloubkách vody byly zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů hloubek vody odpovídá požadavkům [XVIII], tj. 1 m × 1 m.

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 28.

Hloubky

[m]



Obr. č. 28 Definice barev a intervalů hloubek

6.2.3 Rychlosti pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

Údaje o svislicových rychlostech vody byly zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů rychlostí proudění vody odpovídá požadavkům [XVIII], tj. 1 m × 1 m.

Rozdělení intervalů svislicových rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 29.

Rychlosti

[m/s]



Obr. č. 29 Definice barev a intervalů svislicových rychlostí

6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Nejistoty v podkladech i v samotném hydraulickém výpočtu byly komentovány v kapitole 5.2.5. Pro další praktické využití výsledků hydraulických výpočtů je vždy nezbytné zohlednit míru nejistoty, kterou jsou tato data nevyhnutelně

zatížena. Dále je nutné posoudit aktuálnost výsledků především ve vztahu k případným změnám, ke kterým mohlo dojít od doby realizace výpočtů. Jedná se především o změny:

- hydrologických podkladů,
- morfologie koryta a inundačního území vč. realizace významných stavebních objektů (např. protipovodňové ochrany, vodohospodářských staveb na toku, liniových dopravních staveb, mostů apod.),
- charakteru povrchu koryta a inundačního území.

V této souvislosti se v budoucnu předpokládá průběžná aktualizace výsledků hydraulických výpočtů.